(12)公開特許(A)

(54)【発明の名称】密封装置

(B)20300910001

(11)特許出願公開番号

特開平10-331985

(全5頁) (2)

(43)公開日 平成10年(1998)12月15日

審査請求 有　請求項の数 7

(71) 出願人　カール・フロイデンベルク（ドイツ）

(72) 発明者　ロルフ・フォークト

(21) 出願番号　特願平10-143023
(22) 出願日　平成10年(1998) 5月25日
(31) 優先権主張番号　19721692.7
(32) 優先日　1997年 5月23日
(33) 優先権主張国　ドイツ(DE)
(74) 代理人　弁理士　古谷　馨　(外2名)

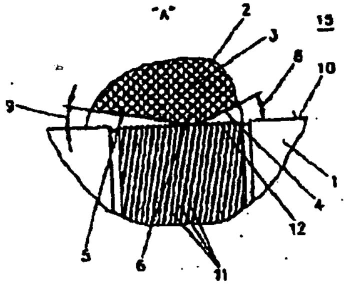
(51) Int.Cl.⁶　識別記号
F16J 15/32　311

FI
F16J 15/32　311　C
　　　　　　　　　Z

(57)【要約】

【課題】　機械要素の回転方向とは関係なく、封止媒質を被密封室の方向へと戻すことができ、長期の使用寿命を有する製造の容易な密封装置の提供。

【解決手段】　回転対称な機械要素の被密封表面（１）と、ラジアル軸シールリング（２）とからなり、ラジアル軸シールリングのポリマー材料からなるシールリップ（３）が、相互にぶつかり合う２つの円錐面（４，５）により形成された密封縁（６）により被密封表面と接触し、これら２つの円錐面のうち被密封室の側の円錐面（４）が軸方向に見て回転軸（７）との間に挟む角が、反対側の円錐面（５）が回転軸との間に挟む角より大きい密封装置。被密封表面（10）には丸みのある溝底（12）を有するらせん状の溝（11）が旋削により設けられ、溝底（12）が0.4mmから1.6mmの曲率半径を有し、溝（11）の深さ（13）は15μm未満である。



【発明の属する技術分野】本発明は、回転対称な機械要素の被密封表面と、ポリマー材料からなるシールリップを有するラジアル軸シールリングとからなり、種々の機械要素のシールに用いられる密封装置、及びその密封装置に用いられる被密封表面の製造方法に関する。

【特許請求の範囲】

【請求項１】　回転対称な機械要素の被密封表面と、ラジアル軸シールリングとからなり、前記ラジアル軸シールリングのポリマー材料からなるシールリップが、相互にぶつかり合う２つの円錐面により形成された密封縁により前記被密封表面と接触し、前記２つの円錐面のうち被密封室の側の円錐面が軸方向に見て回転軸との間に挟む角が、反対側の円錐面が前記回転軸との間に挟む角より大きい密封装置において、前記被密封表面（10）に丸みのある溝底（12）を有するらせん状の溝（11）が旋削により設けられており、前記溝底（12）が0.4mmから1.6mmの曲率半径を有し、前記溝（11）の深さ（13）が15μm未満であることを特徴とする、密封装置。

【請求項２】　前記深さ（13）が最大で10μmであることを特徴とする、請求項１の密封装置。

【請求項３】　前記溝（11）の互いに隣接するらせん（14.1,14.2,・・・）が0.03mmから0.3mmの中心点間隔（16）を有することを特徴とする、請求項１又は２の密封装置。

【請求項４】　前記密封縁（６）の幅が前記溝（11）のピッチの1.6倍から４倍であることを特徴とする、請求項１から３の何れか１の密封装置。

【請求項5】　前記機械要素（1）がシャフトであることを特徴とする、請求項1から4の何れか1の密封装置。

【請求項6】　前記機械要素（1）がカセット形パッキン装置（18）の軌道輪（17）からなることを特徴とする、請求項1から4の何れか1の密封装置。

【請求項7】　請求項1から6の何れか1の密封装置の、前記機械要素の被密封表面を製造する方法であって、前記被密封表面（10）を、0.03mmから0.3mmの送り、80m/分から400m/分の切削速度、及び0.04mmから0.4mmの切込み深さによって旋削することを特徴とする方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】機械要素がシャフトとして形成された、本発明密封装置の第1実施例の概略的な部分断面側面図である。

【図2】機械要素がカセット形パッキン装置の軌道輪として形成された、本発明密封装置の第2実施例の概略的な部分断面側面図である。

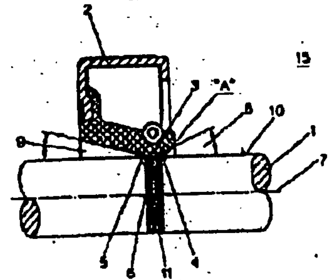
【図3】図1の部分「A」の拡大図である。

【図4】図1の部分「A」のさらなる拡大図を示す。

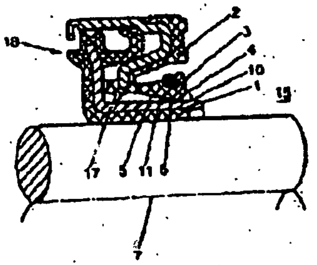
【符号の説明】

1	機械要素
2	ラジアル軸シールリング
3	シールリップ
4，5	円錐面
6	密封縁
7	回転軸
8，9	角
10	被密封表面
11	溝
12	溝底
13	深さ
14	らせん
15	被密封室
16	中心点間隔（ピッチ）
17	カセット形パッキン
18	軌道輪

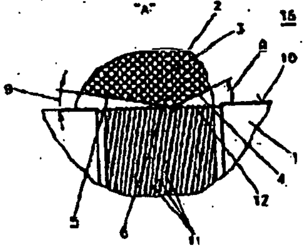
【図1】



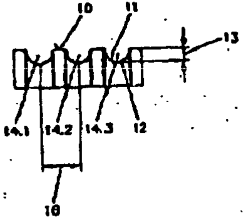
【図2】



【図3】



【図4】



3

書誌

(19)【発行国】日本国特許庁（ＪＰ）
(12)【公報種別】公開特許公報（Ａ）
(11)【公開番号】特開平１０－３３１９８５
(43)【公開日】平成１０年（１９９８）１２月１５日
(54)【発明の名称】密封装置
(51)【国際特許分類第６版】
F16J 15/32　311

【ＦＩ】
F16J 15/32　311 C
311 Z
【審査請求】有
【請求項の数】７
【出願形態】ＯＬ
【全頁数】５
(21)【出願番号】特願平１０－１４３０２３
(22)【出願日】平成１０年（１９９８）５月２５日
(31)【優先権主張番号】１９７２１６９２．７
(32)【優先日】１９９７年５月２３日
(33)【優先権主張国】ドイツ（ＤＥ）
(71)【出願人】
【識別番号】５９０００２３４５
【氏名又は名称】カール・フロイデンベルク
【住所又は居所】ドイツ連邦共和国６９４６９ヴァインハイム，ヘーネルヴェーク２－４
(72)【発明者】
【氏名】ロルフ・フォークト
【住所又は居所】ドイツ国６８７２３オフテルシャイム，ブランクシュテッタア・シュトラーセ・１５
(74)【代理人】
【弁理士】
【氏名又は名称】古谷 馨 （外２名）

請求の範囲

【特許請求の範囲】

【請求項1】　回転対称な機械要素の被密封表面と、ラジアル軸シールリングとからなり、前記ラジアル軸シールリングのポリマー材料からなるシールリップが、相互にぶつかり合う2つの円錐面により形成された密封縁により前記被密封表面と接触し、前記2つの円錐面のうち被密封室の側の円錐面が軸方向に見て回転軸との間に挟む角が、反対側の円錐面が前記回転軸との間に挟む角より大きい密封装置において、前記被密封表面（10）に丸みのある溝底（12）を有するらせん状の溝（11）が旋削により設けられており、前記溝底（12）が0.4mmから1.6mmの曲率半径を有し、前記溝（11）の深さ（13）が15μm未満であることを特徴とする、密封装置。

【請求項2】　前記深さ（13）が最大で10μmであることを特徴とする、請求項1の密封装置。

【請求項3】　前記溝（11）の互いに隣接するらせん（14.1,14.2,····）が0.03mmから0.3mmの中心点間隔（16）を有することを特徴とする、請求項1又は2の密封装置。

【請求項4】　前記密封縁（6）の幅が前記溝（11）のピッチの1.5倍から4倍であることを特徴とする、請求項1から3の何れか1の密封装置。

【請求項5】　前記機械要素（1）がシャフトであることを特徴とする、請求項1から4の何れか1の密封装置。

【請求項6】　前記機械要素（1）がカセット形パッキン装置（18）の軌道輪（17）からなることを特徴とする、請求項1から4の何れか1の密封装置。

【請求項7】　請求項1から6の何れか1の密封装置の、前記機械要素の被密封表面を製造する方法であって、前記被密封表面（10）を、0.03mmから0.3mmの送り、80m/分から400m/分の切削速度、及び0.04mmから0.4mmの切込み深さによって旋削することを特徴とする方法。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転対称な機械要素の被密封表面と、ポリマー材料からなるシールリップを有するラジアル軸シールリングとからなり、種々の機械要素のシールに用いられる密封装置、及びその密封装置に用いられる被密封表面の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】上記の種類のこの種の密封装置及び被密封表面の製造方法は、例えばドイツ特許公開第15433号公報により知られている。そこに開示された密封装置は、シャフトと、ラジアル軸シールリングとからなり、ラジアル軸シールリングのポリマー材料からな

るシールリップが、相互にぶつかり合う２つの円錐面により形成された密封縁によりシャフト表面と接触し、２つの円錐面のうち被密封室の側の円錐面が軸方向に見てシャフトの回転軸との間に挟む角は、反対側の円錐面がシャフト回転軸との間に挟む角よりも大きく構成されている。この密封装置において、被密封室側から漏出してくる媒質を返送するよう作用する、もどし旋条を得るために、シャフトはその縦軸に対して斜めに設けられたくぼみ又は溝を備えている。このもどし旋条は、ラジアル軸シールリングがシャフト表面に最大圧縮力を働かせる位置では、この作用に伴う変形及びそれに伴う摩耗の結果、短い使用時間の後に消滅してしまう。従ってこのもどし旋条によるシールリングの摩耗は、それ以上は全く起こらない。しかしこの消滅したもどし旋条のすぐ近くでは溝が残存し、それによって依然として返送作用が行われるものである。この先公知の刊行物では、返送用のねじはラジアル軸シールリングの密封縁を破壊するものであると記載されている。

【０００３】上記のようなくぼみ又は溝は、簡単な切込み法、例えば回転する砥石車や、減摩粉を付けたポリシングホイールを用いて形成されうる。しかしながらこうした表面研削の場合、密封装置が規定どおりに使用されたときに、十分に良好な密封挙動を示すかどうかを予測できないという欠点がある。研削された表面は、予測不能な数の、種々の深さで形成されたらせん状に走る多数の条溝を有し、また表面を加工する時の砥石車の状態、砥石車の駆動軸及び／又は研削されるシャフト表面の振動挙動及び回転軸の相互の空間的配列などに従って、条溝の数と形状は絶えず予測不能に変化する。さらに表面に形成されたくぼみが、偶発的に多数の条溝の形態でもって生成された場合、こうした条溝の中に収容される被密封媒質の容積が、ラジアル軸シ－ルリングがそれを返送作用によって、被密封室に戻すことがもはや不可能なほどの大きさになることがある。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】本発明の根底にある課題は、被密封表面の表面性状の不具合による密封装置の不調を回避するために、被密封表面に加工によって形成される旋条を測定技術的に把握することができ、しかもラジアル軸シールリングの密封挙動に対する旋条の影響を数量化することができるように、冒頭に挙げた種類の密封装置を改良することである。また、機械要素の回転方向とは関係なく、ラジアル軸シールリングがその密封縁の潤滑のために必要な容積の媒質を密封室へもどすことができるように、表面の性状を調整しなければならない。

【０００５】

【課題を解決するための手段】この課題は本発明によれば、請求項１及び請求項４の特徴によって解決される。従属形式の請求項は、有利な実施態様に関するものである。

【０００６】即ち本発明によれば、密封装置は回転対称な機械要素の被密封表面と、ラジアル軸シールリングとからなり、ラジアル軸シールリングのポリマー材料からなるシールリップが、相互にぶつかり合う２つの円錐面により形成された密封縁により被密封表面と接触し、これら２つの円錐面のうち被密封室の側の円錐面が軸方向に見て回転軸との間に

6

挟む角が、反対側の円錐面が回転軸との間に挟む角より大きい。

【０００７】上記した課題の解決のために、機械要素の被密封表面には、丸みのある溝底を有するらせん状の溝が、旋削により設けられる。溝底は0.4mmから1.6mmの曲率半径を有し、また溝の深さは16μm未満であるものとする。従来技術による研削した表面と異なり、こうした旋削による被密封表面は遥かに安価に製造することができる。また旋削により作られた表面の旋条は、測定技術的に把握することができ、ラジアル軸シールリングの密封挙動に対するその影響を数量化することができる。従って旋削加工した被密封表面が、専門的に見て正しく製造されたか否か、また必要なパラメータが守られた否かを、簡単かつ安価に検査することが可能である。旋削加工された被密封表面は回転方向に応じて、封止媒質を軸方向に被密封表面に沿って、種々の程度に搬送する。溝の曲率半径が0.4mmから1.6mm、溝の深さが16μm未満であれば、ラジアル軸シールリングは機械要素の回転方向にかかわりなく、密封縁の潤滑のために必要な容積の封止媒質を、密封室へ戻すことができる。ラジアル軸シールリングのもどし効果は、シールリップの密封縁を形成する２つの円錐面によって規定され、密封室の側の第１の円錐面は軸方向に見て回転軸との間に、反対側の第２の円錐面が回転軸との間に挟む角よりも大きな角を挟む。

【０００８】溝の深さは、最大で10μmであることが好ましい。このように溝の深さの値が小さいため、機械要素の運転に起因するラジアル軸シールリングの密封縁の摩耗は少なく、従って本発明に基づく密封装置は、一層長い実用寿命とともに、遥かに改善された使用特性を有する。

【０００９】互いに隣接する溝のらせんは、0.03mmから0.3mmの中心点間隔を有することが好ましい。中心点間隔が0.3mm以下であれば、旋条に基づく密封室からの封止媒質の搬出は、機械要素の回転方向とは関係なく、いずれにしてもごく僅かとなり、従ってラジアル軸シールリングによる確実な密封が保証される。しかしながら、0.03mm未満の中心点間隔はあまり適切でない。このような表面の加工には比較的長い時間がかかり、また旋条の測定技術的からの把握が著しく困難になるからである。

【００１０】また長い実用寿命にわたって良好な使用特性を得るために、密封縁の幅は溝のピッチの1.5倍から４倍の範囲にあることが好ましい。

【００１１】機械要素は回転軸、又はカセット形パッキン装置の軌道輪からなることが好ましい。

【００１２】さらに本発明は、以上のような密封装置の被密封表面を製造するための方法をも提供する。この課題の解決のために、被密封表面は、0.03mmから0.3mmの送り、80m/分から400m/分の切削速度、及び0.04mmから0.4mmの切込み深さによって旋削される。このような方法で旋削を行うと、DIN4762による0.05から2μmの中心線平均粗さRaが得られる。中心線平均粗さRaは、粗さ曲線の全ての曲線値の絶対値の算術平均である。またこの旋削により、DIN4768による0.2から10μmの粗さRzが得られる。この平均粗さRzは、順次続く個別の測定区間における個別の粗さの平均値である。

【００１３】さらに上記の方法で旋削した被密封表面の、DIN4768による最大粗さRmax、即ち全測定区間内の最大の個別粗さは、最高で15μm又はそれ未満となる。

【０００１４】

【発明の実施の形態】本発明の密封装置及びそれを構成する被密封表面の製造方法について、以下で添付の図面に基づいて詳述する。但し、図面は必ずしも正確な縮尺によるものではなく、また構成要素も誇張して示されている場合がある。

【００１５】機械要素１が密封されるシャフトからなり、ラジアル軸シールリング２がこのシャフトの外周側を取り囲んでなる密封装置の第１実施例を図１に示す。ラジアル軸シールリング２のシールリップ３は密封縁６を有する。密封縁６は、相互にぶつかり合う２つの第１及び第２の円錐面４、５によって画定されている。封止媒質又は被密封媒質は、参照符号15を付した被密封室の中にある。

【００１６】被密封室15の側にある第１の円錐面４は、軸方向に見て回転軸７との間に第１の角８を挟む。ここではシャフトの被密封表面10は回転軸７と平行であり、従って角８は被密封表面10と円錐面４との間に示されている。この角８は、第２の円錐面５と回転軸７が画定する第２の角９（図１ではやはり被密封表面10との間に示されている）より大きい。密封縁６はバネにより半径方向内方に予圧されて表面10に密接し、機械要素１が静止しているときも良好な静的密封が保証されるように、密封縁６の幅は以下に述べる溝11のピッチの1.5倍から４倍の範囲内にあるようにされている。

【００１７】密封縁６に対する接触面をなす被密封表面10はその一部の区域に、少なくとも１本のらせん状に走る溝11を備えている。溝11は丸くなった溝底12を有し、溝底12は0.4mmから1.6mm、図示の例では1.0mmの曲率半径を有する。

【００１８】図２は、本発明に基づく密封装置の第２実施例を示す。この実施例は、密封される機械要素１がカセット形パッキン装置18の軌道輪17からなる点が、図１の第１実施例と相違する。軌道輪17は、旋削された被密封表面10を有する。

【００１９】図３及び図４に、図１の部分「Ａ」の拡大図を示す。なおここでは被密封表面10の一部の区域に旋削加工が行われるものとしているが、例えば請求の範囲に記載した方法によって、被密封表面10の全体を製造することも可能である。

【００２０】旋削は、被密封表面10を0.03mmから0.3mmの送り、80m/分から400m/分の切削速度、及び0.04mmから0.4mmの切込み深さによって旋削することにより行われる。こうして製造された溝11のらせんは、最大で15μm又はそれ未満の深さ13を有することになる。被密封表面の材質等に応じて旋削条件を調節することにより所定の溝のらせんを形成するが、前述したように、実用寿命や摩耗の観点から、深さ13は最大で10μmであることが好ましい。また溝11のピッチ、即ち互いに隣接する溝のらせん14.1,14.2,14.3相互の中心点間隔（16）は、0.03mmから0.3mmである。

【００２１】また上記の方法によれば、ラジアル軸シールリング２に対する接触面としての被密封表面10を特に簡単かつ安価に製造することができる。本発明に基づく方法により

被密封表面10に形成される旋条は、測定技術的に正確に把握することができ、また旋削作業での送りに相当するピッチで旋条、つまり溝のらせんが生じるから、ラジアル軸シールリングの密封挙動に対する旋条の影響を数量化することができる。

【0022】

【発明の効果】本発明に基づく密封装置の利点は、封止媒質が被密封室15から軸方向に排出されるような向きでもって被密封表面10に溝11が旋削されていたとしても、ラジアル軸シールリング2の製造についての上記のパラメータを守れば、2つの円錐面4、5の形状と配列とにより、機械要素1の回転方向とは関係なく、封止媒質を被密封室15の方向へと戻すことが可能であることにある。

図の説明

【図面の簡単な説明】

【図1】機械要素がシャフトとして形成された、本発明密封装置の第1実施例の概略的な部分断面側面図である。

【図2】機械要素がカセット形パッキン装置の軌道輪として形成された、本発明密封装置の第2実施例の概略的な部分断面側面図である。

【図3】図1の部分「A」の拡大図である。

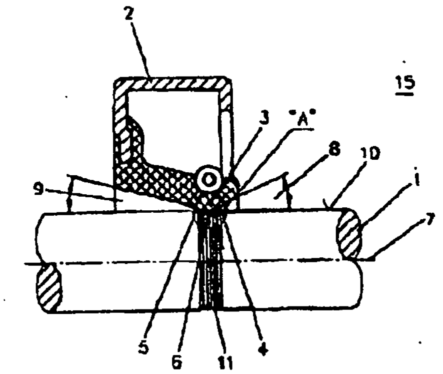
【図4】図1の部分「A」のさらなる拡大図を示す。

【符号の説明】

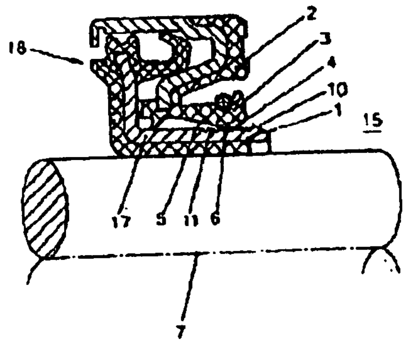
1 機械要素
2 ラジアル軸シールリング
3 シールリップ
4，5 円錐面
6 密封縁
7 回転軸
8，9 角
10 被密封表面
11 溝
12 溝底
13 深さ
14 らせん
15 被密封室
16 中心点間隔（ピッチ）
17 カセット形パッキン
18 軌道輪

図面

【図1】

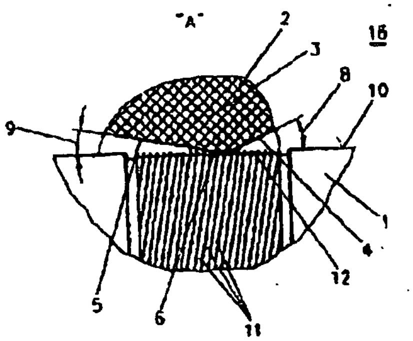


【図2】

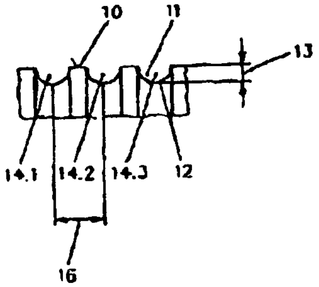


【図3】

/ 0



【図4】



(NPS-170C-US-2)

(A: H10-331985)

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION]

A SEALING DEVICE

(57)[ABSTRACT]

[Problem]

To provide a sealing device that enables to return a sealing medium toward a chamber-to-be-sealed, regardless of the rotating direction of a machine element, that has a long service life and is easy to manufacture.

[Means for Solving the Problem]

A sealing device is provided that has a rotation-symmetric surface-to-be-sealed (10) of a machine element; and a radial shaft seal ring (2), where a seal lip (3), made of polymer material, of the radial shaft seal ring, is in contact with the chamber-to-be-sealed at a sealing edge (6) that is formed by two mutually intersecting conical surfaces (4, 5), where the angle in the axial plane, between one conical surface (4) of the two conical surfaces located on the side of the chamber-to-be-sealed and the axis of rotation (7), is greater than the angle in the axial plane, between the other conical surface (5) of the two conical surfaces located on the opposite side

of the chamber-to-be-sealed and the axis of rotation. The surface-to-be-sealed (10) has a spiral groove (11) disposed thereon by means of lathe turning, where the spiral groove has a rounded groove bottom (12). The groove bottom has a radius of curvature of 0.4 mm to 1.6 mm, where the depth (13) of the groove (11) is less than 15 □m.

[CLAIM]

1. A sealing device having

a rotation-symmetric surface-to-be-sealed of a machine element; and

a radial shaft seal ring,

said radial shaft seal ring having a seal lip, made of polymer material, brought into contact with said surface-to-be-sealed by means of a sealing edge that is formed by two mutually intersecting conical surfaces, where the angle in the axial plane, between one conical surface of said two conical surfaces located on the side of a chamber-to-be-sealed and the axis of rotation, is greater than the angle in the axial plane, between the other conical surface of said two conical surfaces located on the opposite side of said chamber-to-be-sealed and said axis of rotation,

wherein said sealing device is characterized in that:

said surface-to-be-sealed (10) has a spiral groove (11) disposed thereon by means of lathe turning, said spiral groove having a rounded groove bottom (12), said groove bottom having a radius of curvature of 0.4 mm to 1.6 mm, said groove (11) having a depth (13) less than 15 □m.

2. A sealing device of claim 1,

wherein said sealing device is characterized in that:

said depth (13) is 10 □m at most.

3. A sealing device of claims 1 or 2,

wherein said sealing device is characterized in that:

mutually adjoining spirals (14.1, 14.2...) of said spiral groove are spaced from each other by a center-to-center spacing (16) of 0.03mm to 0.3 mm.

4. A sealing device of either one of claims 1 to 3,

wherein said sealing device is characterized in that:

said sealing edge (6) has a width equal to 1.5 to 4 times said center-to-center spacing, or pitch.

5. A sealing device of either one of claims 1 to 4,

wherein said sealing device is characterized in that:

said machine element (1) is a shaft.

6. A sealing device of either one of claims 1 to 4,

wherein said sealing device is characterized in that:

said machine element (1) consists of a track ring (17) of a cassette-type packing device (18).

7. A method of manufacturing a surface-to-be-sealed of a machine element, of a sealing device of either one of claims 1 to 6,

wherein said method is characterized in comprising:

a step of turning on a lathe said surface-to-be-sealed with a feed of 0.03 mm to 0.3 mm, a cutting speed of 80 m/min to 400 m/min, and a cutting depth of 0.04 mm to 0.4 mm.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

The Technical Field that the Invention belongs to:

The present invention relates to a sealing device used for sealing various machine elements that has a rotation-symmetric surface-to-be-sealed of a machine element; and a radial shaft seal ring including a seal lip made of polymer material, and to a method of manufacturing the surface-to-be-sealed of the machine element.

[0002]

[Prior Art]

A method for manufacturing a sealing device and a surface-to-be-sealed of the kind described above is known for example by German Patent Publication Gazette No. 15433. The sealing device disclosed therein has a shaft; and a radial shaft seal ring, where the radial shaft seal ring has a seal lip, made of polymer material, brought into contact with the surface of the shaft by means of a sealing edge that is formed by two mutually intersecting conical surfaces, where the angle in the axial plane, between one conical surface of the two conical surfaces located on the side of a chamber-to-be-sealed and the axis of rotation, is arranged to be greater than the angle in the axial plane, between the other conical surface of the two conical surfaces located on the opposite side of the chamber-to-be-sealed and the axis of rotation. In this sealing device, in order to obtain medium-returning spiral cuts that function so as to return the medium leaking out from the side of the chamber-to-be-sealed, the shaft is equipped with depressions or cuts disposed diagonally to the longitudinal axis thereof. At a position where the radial seal ring causes a maximum compressive force to act on the surface of the shaft, this medium-returning spiral cuts end up disappearing after a short period of time of service due to deformation resulting from this function and subsequent wear. Therefore, wear of the seal ring due to the medium-returning spiral cuts occurs no further. Very close to the area where the cuts (or grooves) disappeared, however, the grooves still remain and, thereby, the medium-returning function further continues. In this publication of public domain, the medium-returning threads (or spiral cuts) are described as causing damage to the sealing edge of the radial shaft seal ring.

[0003]

The depressions or grooves described above can be formed by using a simple cutting-in method, for example, with means such as a turning grinding wheel, and a polishing-powdered polishing wheel. In case using such a surface grinding method, however, a disadvantage is caused in that it is not predictable whether the sealing device shows a sufficiently good sealing behavior when the sealing device is used as specified. A surface so ground has an unpredictable large number of spirally running cuts (or grooves) that are formed to have various depths. Besides, the number and shape of the spiral cuts vary unpredictably according to the conditions of the grinding wheel when processing the surface, the vibrational behaviors of the driving shaft of the grinding wheel and/or the surface of the shaft to be ground, and the mutual spatial arrangements of the rotating axes. Furthermore, in case the depressions formed on the surface result in incidentally a shape involving a large number of spiral cuts, the volume of the sealing medium accommodated in these spiral cuts could reach an amount too large for the volume to be returned to the chamber-to-be-sealed by the radial shaft seal ring.

[0004]

Problem to Be Solved By the Invention

A problem underlying the present invention is to improve a sealing device of the kind, described in the beginning, to avoid malfunctioning of the sealing device from occurring due to failure in the surface characteristics of the surface-to-be-sealed so that the spiral cuts, formed on the surface-to-be-sealed by processing, can be grasped in terms of measuring technology, and, besides, the effect of the spirals of the spiral cuts on the sealing behavior of the radial shaft seal ring can be quantified. Also, the characteristics of the surface must be adjusted so that the radial shaft seal ring can return to the chamber-to-be-sealed the sealing medium of a volume necessary for lubricating the sealing edge, regardless of the rotating direction of the machine element.

[0005]

Means for solving the Problem

According to the present invention, this problem may be solved by the characteristics of the claims 1 and 4. The dependent claims relate to advantageous aspects embodying the present invention.

[0006]

Namely, according to the present invention, a sealing device has a rotation-symmetric surface-to-be-sealed of a machine element; and a radial shaft seal ring, where the radial shaft seal ring has a seal lip, made of polymer material, brought into contact with the surface-to-be-sealed by means of a sealing edge that is formed by two mutually intersecting conical surfaces, where the angle in the axial plane, between one conical surface of the two conical surfaces located on the side of a chamber-to-be-sealed and the axis of rotation, is greater than the angle in the axial plane, between the other conical surface of the two conical surfaces located on the opposite side of the chamber-to-be-sealed and the axis of rotation.

[0007]

In order to solve the problem described above, the surface-to-be-sealed has a spiral groove disposed thereon by means of lathe turning, said spiral groove having a rounded groove bottom. The groove bottom has a radius of curvature of 0.4 mm to 1.6 mm, and the groove has a depth less than 15 □m. Unlike a surface ground with the prior art, the surface-to-be-sealed processed with the lathe turning can be manufactured at a far lower cost. In addition, the spiral groove on the surface formed by means of lathe turning can be grasped in terms of measuring technology, and the effect of the spiral groove on the sealing behavior of the radial shaft seal ring can be quantified. It is therefore made simple and of low cost to inspect whether the surface-to-be-sealed processed with the lathe turning is correctly manufactured from the technical point of view, and whether the necessary parameters are observed. The surface-to-be-sealed so processed carries the sealing medium axially along the surface-to-be-sealed at various levels, according to the rotating direction. When the groove bottom has a radius of curvature of 0.4 mm to 1.6 mm, and the groove has a depth less than 15 □m, the radial shaft seal ring can return to the chamber-to-be-sealed the sealing medium of a volume necessary for lubricating the sealing edge, regardless of the rotating direction of the machine element. The medium-returning effect of a radial shaft seal ring is defined by two conical surfaces that form the sealing edge of the seal lip, where the angle in the axial plane, between one, or a first, conical surface of the two conical surfaces located on the side of the chamber-to-be-sealed and the axis of rotation, is greater than the angle in the axial plane, between the other, or a second, conical surface of the two conical surfaces located on the opposite side of the chamber-to-be-sealed and the axis of rotation.

[0008]

The depth of the groove may preferably 10 □m at most. Since the depth of the groove is small like this, the wear amount in the sealing edge of the radial shaft seal ring is small that is caused by the rotation of the machine element. Therefore, the sealing device, according the present invention, has a much longer service life, and, besides, far more improved working characteristics.

[0009]

Mutually adjoining spirals of the spiral groove are preferably spaced from each other by a center-to-center spacing of 0.03mm to 0.3 mm. When the center-to-center spacing is 0.3 mm or less, carrying out of the sealing medium from the chamber-to-be-sealed is unrelated to the rotational direction of the machine element, and, in any case, the amount carried out is very small, whereby secure sealing by the radial shaft seal ring is assured. A center-to-center spacing of less than 0.03 mm is however not appropriate. This is because processing a surface with this dimension causes a relatively long processing time, and, besides, grasping the spiral groove in terms of measuring technology becomes extremely difficult.

[0010]

In addition, in order to obtain good working characteristics over a long service life, the sealing edge has a width equal to 1.5 to 4 times the center-to-center spacing, or pitch.

[0011]

The machine element is preferably a rotating shaft, or a track ring of a cassette-type packing device.

[0012]

Furthermore, the present invention also provides a method of manufacturing a surface-to-be-sealed of a sealing device as described above. In order to solve this problem, the surface-to-be-sealed is lathe-turned with a feed of 0.03 mm to 0.3 mm, a cutting speed of 80 m/min to 400 m/min, and a cutting depth of 0.04 mm to 0.4 mm. Lathe turning process in this manner enables to obtain an average centerline roughness Ra of 0.05 to 2 □m according to DIN4762, where an average centerline roughness Ra is the arithmetic mean of absolute values of all the curve values of the roughness curve. This lathe turning process also enables to obtain a roughness Rz of 0.2 to 10 □m according to DIN4768, where this average roughness Rz is the mean value of individual roughness in the successive measuring sections.

[0013]

Furthermore, when the surface-to-be-sealed is processed using the method described above, the maximum roughness Rmax of the surface according to DIN4768, i.e. the maximum individual roughness across all the successive measuring sections is 15 □m at most or less.

[0014]

Embodiments of the Invention

A sealing device of the present invention and a method of manufacturing a surface-to-be-sealed constituting the sealing device will be described more in detail hereunder, referring to the drawings attached hereto. It is however noted that these drawings are not necessarily exact to scale, and components may be shown exaggeratively, as the case may be.

[0015]

FIG. 1 shows a first embodiment of the sealing device, where the machine element 1 is constituted by a shaft-to-be-sealed, and a radial shaft seal ring 2 surrounds the external circumferential side of the shaft. A seal lip 3 of the radial shaft seal ring 2 has a sealing edge 6. The sealing edge 6 is defined by two mutually intersecting conical surfaces, i.e. a first conical surface 4 and a second conical surface 5. Sealing medium is in a chamber-to-be-sealed marked with a reference notation of 15.

[0016]

The first conical surface 4 located on the side of the chamber-to-be-sealed 15 and the axis of rotation 7 has a first angle 8 held therebetween in the axial plane. Here, the surface-to-be-sealed 10 of the shaft is in parallel to the axis of rotation, whereby the angle 8 is shown as an angle between the surface-to-be-sealed 10 and the conical surface 4. This angle 8 is greater than a second angle 9 defined by the second conical surface 5 and the axis of rotation 7. (The angle 9 is also shown as an angle between the surface-to-be-sealed 10 and the conical surface 5, in FIG. 1.) The sealing edge 6 is pre-pressurized radially inwardly by means of a spring, and thereby is brought into close contact with the surface 10. In order for good static sealing to be assured when the machine element 1 stands still, the width of the sealing edge 6 is adapted to be within a range of 1.5 to 4 times the center-to-center spacing, or pitch (of the spirals) of the spiral groove 11.

[0017]

The surface-to-be-sealed 10, constituting a contact surface against the sealing edge 6, is equipped, on a part of it, with at least one groove 11 running spirally. The groove 11 has a rounded groove bottom 12, and the groove bottom has a radius of curvature of 0.4 mm to 1.6 mm, and 1.0 mm in the case shown in the drawing.

[0018]

FIG. 2 shows a second embodiment of the sealing device, according to the present invention. This embodiment differs from the first embodiment shown in FIG. 1, in a point that the machine element 1 to be sealed is constituted by a track ring 17 of a cassette-type packing device 18. The track ring 17 has a lathe-turned surface-to-be-sealed 10.

[0019]

FIGs. 3 and 4 show enlarged views of a part “A” of FIG. 1. It is supposed here that a part of the surface-to-be-sealed 10 is lathe-turned. It is however possible, for example, to have an entire surface-to-be-sealed 10 manufactured using the method described in the claim.

[0020]

The lathe-turning process is conducted by applying lathe turning to the surface-to-be-sealed 10 with a feed of 0.03 mm to 0.3 mm, a cutting speed of 80 m/min to 400 m/min, and a cutting depth of 0.04 mm to 0.4 mm. Thus, the spirals of the spiral groove 11 so manufactured result in having a depth 13 of at most 15 □m or less. While forming the specified spiral groove is done by adjusting the lathe-turning conditions according to factors, such as the material of the surface-to-be-sealed 10, the depth 13 is preferably made at most 10 □m from the view point of the service life and wear, as described above. The pitch of the spiral groove 11, i.e. the center-to-center spacing 16 between mutually adjoining spirals 14.1, 14.2, and 14.3 is 0.03 mm to 0.3 mm.

[0021]

Furthermore, using the method described above also enables manufacturing the surface-to-be-sealed 10 as a contact surface with the radial shaft seal ring 2 to be made, in particular, simple and of low cost. The spiral groove formed on the surface-to-be-sealed 10 by using the method according to the present invention enables to be grasped precisely in terms of measuring technology. Also, since the spirals of the spiral groove are produced to have a pitch corresponding to the feed used in the lathe-turning process, the effect of the spirals of the spiral groove on the sealing behavior of the radial shaft seal ring can be quantified.

[0022]

Effects of the Invention

An advantage of the sealing device, according to the present invention, is in that even when the spiral groove 11 is formed by means of lathe-turning with an orientation such that the sealing medium is axially discharged from the chamber-to-be-sealed 15, the shapes and arrangement of the two conical surfaces 4 and 5 enable to have the sealing medium returned toward the chamber-to-be-sealed 15 regardless of the rotating direction of the machine element 1, as long as the parameters for manufacturing the radial shaft seal ring as described above are observed.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

FIG. 1 depicts a schematic partially sectional side view of a first embodiment of the sealing device of the present invention, where the machine element 1 is constituted as a shaft.

FIG. 2 depicts a schematic partially sectional side view of a second embodiment of the sealing device of the present invention, where the machine element 1 is constituted as a track ring of a cassette-type packing device.

FIG. 3 depicts an enlarged view of a portion "A" of FIG. 1.

FIG. 4 depicts a further enlarged view of a portion "A" of FIG. 1.

Description of Notations

1: machine element
2: radial shaft seal ring
3: seal lip
4, 5: conical surface
6: sealing edge
7: axis of rotation

8, 9: angle
10: surface-to-be-sealed
11: spiral groove
12: grove bottom
13: depth
14: spiral
15: chamber-to-be-sealed
16: center-to-center spacing (pitch)
17: cassette-type packing device
18: track ring